

# REACCION EN PLANTULA A OIDIO *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* DE CULTIVARES DE TRIGO TETRAPLOIDE, CULTIVARES DIFERENCIALES Y ESPECIES EMPARENTADAS CON TRIGO

J. MOLTENI,<sup>(1)</sup>; BEATRIZ PEREZ<sup>(2)</sup>; E. WRIGHT,<sup>(1)</sup> y VIRGINIA LOPEZ<sup>(3)</sup>

Recibido: 18/10/95

Aceptado: 28/07/96

## RESUMEN

Cuatro cultivares de trigo tetraploide (Bonaerense Quilacao, Bonaerense Valverde, Buck Candisur, Buck Cristal) y las especies emparentadas con trigo *Triticum monococcum* ( $2n=2x=14=AA$ ), *Aegilops squarrosa* ( $2n=2x=14=DD$ ) y *T. timopheevii* ( $2n=4x=28=AAGG$ ) fueron evaluados para reacción en plántula a un aislamiento de Argentina de oidio *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* avirulento sobre Ulka 1 (*Pm2*), Asosan (*Pm3a*), Chul (*Pm3b*), Khapli (*Pm4a*) y virulento sobre Norka (*Pm1*). El cultivar Bonaerense Valverde [Giorgio 370 x (Capellis x Yuma)] presentó plántulas altamente resistentes. La resistencia de Bonaerense Valverde podría derivar de *T. dicoccum* ( $2n=2x=28$ ) a través de Yuma, uno de sus progenitores, el que sería portador del gen de resistencia a oidio *Pm4a*. Las especies emparentadas con trigo *T. monococcum*, *Ae. squarrosa* y *T. timopheevii* fueron altamente resistentes a *Bgt*.

**Palabras Clave:** oidio, trigo, resistencia genética.

## SEEDLING REACTION TO POWDERY MILDEW *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* OF WHEAT TETRAPLOID CULTIVARS, DIFFERENTIALS, AND WILD RELATIVES.

## SUMMARY

Four Argentine durum wheat cultivars (Bonaerense Quilacao, Bonaerense Valverde, Buck Candisur, Buck Cristal), and the wheat relatives *Triticum monococcum* ( $2n=2x=14=AA$ ), *Aegilops squarrosa* ( $2n=2x=14=DD$ ), and *T. timopheevii* ( $2n=4x=28=AAGG$ ) were evaluated for seedling reaction to an Argentine isolate of powdery mildew *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* avirulent on Ulka 1 (*Pm2*), Asosan (*Pm3a*), Chul (*Pm3b*), Khapli (*Pm4a*), and virulent on Norka (*Pm1*). The cultivar Bonaerense Valverde [Giorgio 370 x (Capellis x Yuma)] presented resistant seedlings. The resistance of Bonaerense Valverde may have been derived from *T. dicoccum* ( $2n=2x=28$ ) through Yuma, one of its progenitors, which would be carrier of the powdery mildew resistance gene *Pm4a*. The wheat relatives *T. monococcum*, *Ae. squarrosa*, and *T. timopheevii* were highly resistant to *Bgt*.

**Key Words:** powdery mildew, wheat, genetic resistance.

## INTRODUCCION

En la Argentina, la siembra de trigo tetraploide *T. turgidum* ( $2n=4x=28=AABB$ ) conocido como "trigo candeal", "trigo fideo" o "trigo duro" abarcó valores promedios de 30.920 hectáreas con una producción promedio de 82.180 toneladas en el quinquenio 1988/89 a 1992/93 siendo la provincia de Buenos Aires la principal área de siembra (Bolsa de Cereales, 1993). El destino principal de la producción es el consumo local habiéndose

registrado dos exportaciones de pequeño volumen en los últimos cinco años en 1988 y 1990 (Bolsa de Cereales, 1993).

Entre los patógenos de trigo, el oidio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (*Bgt*) (sinónimo *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) se presenta todos los años en el área triguera particularmente en los primeros estados de desarrollo de las plantas y menos frecuentemente en el estado de planta adulta. En general no es una enfermedad impor-

<sup>(1)</sup>Departamento de Sanidad Vegetal. Fac. Agronomía. Avda San Martín 4453 (1417) Bs. As. <sup>(2)</sup>Inst. Genética. INTA. CICA. CC 25 (1712) Castelar. <sup>(3)</sup>Cátedra de Estadística. Fac. Agronomía. Avda San Martín 4453 (1417) Bs. As.

tante en la Pampa Húmeda (Antonelli, comunicación personal), en cambio en zonas con mayor temperatura como el norte de Santa Fe, Entre Ríos y Chaco puede presentarse con diversos niveles de infección con manchones de plantas afectadas por el patógeno en estados más avanzados de crecimiento y desarrollo. En la Argentina no se dispone de información sobre las pérdidas causadas por *Bgt* en cultivos de trigo.

La utilización de genes de resistencia a oidio (genes *Pm*) es una aproximación utilizada en numerosos países en donde la enfermedad causa pérdidas económicas (Bennett, 1984). En el Cuadro N°1 se lista un grupo seleccionado de líneas, cultivares y otro material de interés en los que se ha reportado la presencia de genes de resistencia a oidio (Bennett, 1984; Briggles, 1969; McIntosh, 1983). Numerosos autores han estudiado la genética de la interacción trigo-oidio, la genética de la resistencia y se han transferido genes de resistencia a oidio a trigo cultivado (Bennett, 1984; Briggles, 1966; Hanusova, 1992; Tosa *et al*, 1990). La bibliografía sobre el tema es abundante particularmente en los países europeos.

El objetivo de este estudio fue identificar posibles fuentes de resistencia a oidio y progreso de la enfermedad en cultivares de trigo tetraploide (Bonaerense Quilacao, Bonaerense Valverde, Buck Candisur, Buck Cristal) y especies emparentadas con trigo (*T. monococcum*, *Ae. squarrosa*, *T. timopheevii*) frente a un aislamiento de *Bgt* de la Argentina.

## MATERIALES Y METODOS

**Cultivares de trigo tetraploide.** Cuatro cultivares comerciales de trigo tetraploide ( $2n=4x=28=AABB$ ) más difundidos actualmente en la Argentina fueron evaluados para reacción en plántula frente a un aislamiento de *Bgt*. Los cultivares de trigo hexaploide ( $2n=6x=42=AABBDD$ ) Buck Charrúa y Sureño MA fueron incluidos como testigo resistente y susceptible, respectivamente. La genealogía de los cultivares citados esta detallada en el Cuadro N° 2.

**Especies emparentadas.** Los ensayos en plántula incluyeron *T. monococcum* ( $2n=2x=14=AA$ ), *Ae. squarrosa* ( $2n=2x=14=DD$ ) y *T. timopheevii* ( $2n=4x=28=AAGG$ ) (Cuadro N° 3). El cultivar Sureño MA fue usado como testigo susceptible.

**Cultivares diferenciales.** Cinco cultivares (Cuadro N° 4) con genes designados de resistencia a oidio

**Cuadro N° 1. Ejemplos de líneas y cultivares de trigo con genes de resistencia (*Pm*) a oidio\*.**

MATERIALES	<i>Pm</i>
Norka/8*Chancellor	<i>Pm</i> 1
Ulka/8*Chancellor	<i>Pm</i> 2
Asosan/8*Chancellor	<i>Pm</i> 3a
Chul/8*Chancellor	<i>Pm</i> 3b
Sonora/8*Chancellor	<i>Pm</i> 3c
Khapli/8*Chancellor	<i>Pm</i> 4a
Yuma/8*Chancellor	<i>Pm</i> 4a
Michigan Amber/8*Chancellor	<i>Pm</i> 6
Akabozu	<i>Pm</i> 10,14,15
Alondra	<i>Pm</i> 8
Amigo	<i>Pm</i> 9,17
Arthur 71	<i>Pm</i> 2,6
Aurora	<i>Pm</i> 8
Chinese Spring	<i>Pm</i> 11,15
Chul	<i>Pm</i> 3b
Cooker 983	<i>Pm</i> 5,6
Hope	<i>Pm</i> 5 (recesivo)
Kavkaz	<i>Pm</i> 8
Khapli	<i>Pm</i> 4a
Kokeshi-Komugi	<i>Pm</i> 14,15
Mephisto	<i>Pm</i> 1,2,9
Norka	<i>Pm</i> 1
Norin 4	<i>Pm</i> 10,15
Norin 10	<i>Pm</i> 14,15
Norin 26	<i>Pm</i> 10,15
Oasis	<i>Pm</i> 2,6
<i>Secale cereale</i> cv Petkus	<i>Pm</i> 8
Sin-chunaga	<i>Pm</i> 10,15
Thew	<i>Pm</i> 1
Timgalen	<i>Pm</i> 6
Timmo	<i>Pm</i> 2,4b,6
Transec	<i>Pm</i> 7
<i>T. compactum</i> N° 4	<i>Pm</i> 11,15
<i>T. macha</i> var. <i>subletschumicum</i>	<i>Pm</i> 10,15
<i>T. spelta</i> var. <i>duhamelianum</i>	<i>Pm</i> 10,11
Ulka	<i>Pm</i> 2
Veery	<i>Pm</i> 8
Reciente desarrollo	<i>Pm</i> 13
Información reservada	<i>Pm</i> 16

\*Bennett (1984), Briggles (1969), Heun y Friebe (1990), Tosa y Sakai (1990) y Persaud y Lipps (1995). Khapli/8\* Chancellor indica cruza entre los dos progenitores y ocho retrocruzas a Chancellor.

(genes *Pm*) fueron evaluados frente a *Bgt*. Los cultivares incluidos como diferenciales fueron Norka (*Pm*1), Ulka 1 (*Pm*2), Asosan (*Pm*3a), Chul (*Pm*3b) y Khapli (*Pm*4a).

**Inóculo.** Se utilizó inóculo constituido por conidios

**Cuadro N° 2. Genealogía de los cultivares de trigo candeal evaluados en estado de plántula frente a un aislamiento de oidio *B. graminis* f. sp. *tritici* de la Argentina\*.**

CULTIVARES	GENEALOGIA
Bonaerense Quilacao	(Maghrebi"S"-Ganzo"S")xAnhinga"S"
Bonaerense Valverde	Giorgio 370x(Capellix Yuma)
Buck Candisur	(Jori"S"xRD119-2W-4Y/ Anhinga"S") Yemen-Crane"S"xPelicano"S"
Buck Cristal	Gaviota"S"xUSA 01992
Buck Charrúa (TR)	((Rafaela MAG-Buck PamperoxBuck Relén)x(Klein ImpactoxRafaela MAG-Buck Pampero)xLovrin)x(Rafaela MAG-Buck PamperoxBuck Relén)xKlein ImpactoxRafaela MAG-Buck Pampero))
Sureño MA (TS)	((BarletaxRuso)xKlein Record)xThatcher

\*Información de Zeven y Zeven-Hissink (1976) y Antonelli (com. personal). Buck Charrúa fue incluido como testigo resistente (TR) y Sureño MA como testigo susceptible (TS)

procedentes de un aislamiento de oidio *B. graminis* f. sp. *tritici* de la Argentina multiplicado en el Instituto de Genética de INTA en Castelar. El inóculo fue incrementado en plántulas del cultivar Sureño MA.

**Diseño experimental y conducción de los ensayos.** Los ensayos fueron conducidos en bloques completos al azar. El experimento con cultivares tetraploides incluyó siete bloques. Cada bloque estuvo compuesto de 6 macetas, cada una con 20 semillas de un cultivar diferente (unidad experimental), de 7.5 cm x 8.5 cm con una mezcla de arena y suelo (1:4). El ensayo con cultivares diferenciales estuvo compuesto de 6 bloques. Los ensayos fueron conducidos en una cámara de crecimiento en la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. La cámara se mantuvo a 20° C y un régimen de 13 horas de luz fluorescente, luz día/11 horas de oscuridad.

**Inoculación.** La inoculación fue efectuada en el estado de dos hojas completamente desarrolladas coincidiendo con los niveles 11 a 12 de la escala detallada en Zadoks *et al.* (1974). Una maceta con plántulas del cultivar susceptible Sureño MA infectadas con oidio y mostrando abundante producción de conidios fue agitada sobre las plántulas a inocular permitiendo la caída de los mismos sobre las hojas. Las plántulas inoculadas fueron colocadas en cámara húmeda durante la noche.

**Evaluación.** La evaluación de severidad (% área

**Cuadro N° 3. Ploidía y genomio de especies emparentadas con trigo incluidas en los ensayos para reacción en plántula a oidio *B. graminis* f. sp. *tritici*\***

ESPECIES	PLOIDIA Y GENOMIO
<i>Aegilops squarrosa</i>	2n=2x=14=DD
<i>Triticum monococcum</i>	2n=2x=14=AA
<i>Triticum timopheevii</i>	2n=4x=28=AAGG

\*La semilla de *Ae. squarrosa* y *T. monococcum* fue proporcionada por el Instituto de Genética de INTA-Castelar. La semilla de *T. timopheevii* fue enviada por el Dr Zeller (Alemania).

foliar cubierta por micelio y conidios) fue realizada cada dos días utilizando una escala de 0 a 100% desde 8 a 18 días desde la inoculación. El área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) fue calculada usando la tabla detallada por Johnson y Wilcoxon (1980). Para el análisis de la genealogía se utilizó la información de Zeven y Zeven-Hissink (1976) y Antonelli (comunicación personal).

**Análisis estadístico.** La versión 6.04 de SAS (SAS, 1988) fue usada para el análisis estadístico de los datos de severidad. Los residuales fueron evaluados para su normalidad antes de los análisis. Los valores de severidad correspondientes a los días 8, 10, 12, 14, 16 y 18 después de la inoculación fueron analizados mediante un modelo multivariado de mediciones repetidas. La prueba de Hotelling-Lawley (H-L) (Morrison, 1976) al 0.05 de nivel de significación permitió evaluar los efectos de la fecha de observación, de los cultivares y su interacción. La prueba de Ryan al 0.01 de nivel de significación fue usada para la comparación de medias de los diferentes cultivares en cada fecha. El ABCPE promedio de los cultivares fue comparado usando el análisis de variancia y la prueba de Ryan para comparaciones múltiples (SAS, 1988).

**Cuadro N° 4. Cultivares de trigo con genes de resistencia a oidio (genes *Pm*) incluidos en los ensayos en plántula para reacción a un aislamiento de *B. graminis* f. sp. *tritici* de Argentina\*.**

Pm	CULTIVARES	OBSERVACIONES
Pm1	Norka	Derivado de Kubanka ( <i>T. turgidum</i> ).
Pm2	Ulka 1	Cultivar de Rusia.
Pm3a	Asosan	Variedad Japonesa.
Pm3b	Chul	Originario de Dzhizak, Turquestán.
Pm4a	Khapli	Trigo Emmer ( <i>T. dicoccum</i> ).

\*Semilla introducida de Estados Unidos.

**Cuadro N° 5. Severidad promedio (%) en plántulas de cultivares de trigo tetraploide, cultivares diferenciales y especies emparentadas con trigo frente a oidio *B. graminis* f. sp. *tritici*.**

DIAS DESDE INOCULACION							
CULTIVARES	6	8	10	12	14	16	18
<b>TESTIGOS HEXAPLOIDES</b>							
Buck Charrúa	0	0	0	0	0	0	0
Sureño MA	10,9	32,9	41,1	49,3	67,9	87,9	87,9
<b>CULTIVARES TETRAPLOIDES</b>							
Buck Candisur	9,3	35,7	41,4	49,6	62,5	75,7	78,6
Buck Cristal	9,3	31,4	41,4	50,7	63,6	81,8	83,6
Bonaerense Quilacao	10,9	34,3	45,0	50,0	60,4	72,5	77,9
Bonaerense Valverde	3,4	15,0	20,7	32,1	53,6	72,9	75,0
<b>CULTIVARES DIFERENCIALES</b>							
Norka ( <i>Pm1</i> )	3,0	32,0	39,0	50,0	67,0	83,0	85,0
Ulka 1 ( <i>Pm2</i> )	0	0	1,0	3,0	6,0	6,0	6,0
Asosan ( <i>Pm3a</i> )	0	0	0	0	0	0	0
Chul ( <i>Pm3b</i> )	0	0	0	0	0	0	0
Khapli ( <i>Pm4a</i> )	0	0	0	0	0	0	0
<b>ESPECIES EMPARENTADAS</b>							
<i>Ae. squarrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. monococtum</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. timopheevii</i>	0	0	0	0	0	0	0

## RESULTADOS

**Cultivares de trigo tetraploide.** Bonaerense Valverde presentó plántulas altamente resistentes, similares en comportamiento al testigo resistente Buck Charrúa, y otras susceptibles en una proporción 1:1. Las plántulas resistentes de Bonaerense Valverde no fueron incluidas en el análisis estadístico. Se observaron diferencias significativas entre los valores de severidad (% área foliar afectada) de los cultivares estudiados dependiendo del momento de observación (Cuadro N° 5). Los efectos del día de observación y la interacción día por cultivar resultaron significativos ( $H-L=67,46$ ,  $P<0,001$  y  $H-L=1,93$ ,  $P<0,05$ , respectivamente). Se observaron diferencias significativas entre las medias de los cultivares en el análisis global considerando todas las fechas ( $F=3,38$ ,  $P<0,05$ ). La prueba de Ryan para comparación de medias indicó diferencias significativas para los valores de severidad de las plántulas susceptibles de Bonaerense Valverde a los 8 y 10 días de obser-

vación no pudiéndose detectar diferencias en los otros días de observación ni entre el resto de los cultivares entre sí en ningún día de observación (Cuadro N° 5 y N° 6). Los valores promedio de severidad de Buck Candisur, Bonaerense Quilacao y Buck Cristal no se diferenciaron de Sureño MA (Cuadro N° 5 y N° 6).

En la comparación de promedios de ABCPE se observaron diferencias significativas entre el cultivar Bonaerense Valverde y los cultivares Buck Cristal y Sureño MA, no llegándose a detectar diferencias significativas entre Bonaerense Valverde y los otros cultivares, ni entre el resto de los cultivares (Cuadro N° 7 y Figura 1). El análisis de la genealogía (Cuadro N° 8) sugirió que la resistencia de Bonaerense Valverde a *Bgt* podría haber derivado de *T. dicoccum* a través de Yuma, portador del gen de resistencia a oidio *Pm4a*.

**Especies emparentadas con trigo.** Las tres especies emparentadas con trigo incluidas en los

Cuadro N° 6. Comparación de medias de severidad de plántulas de cultivares de trigo tetraploide frente a oidio *B. graminis* f. sp. *tritici*.

CULTIVARES	DIAS DESDE INOCULACION	
	8	10
Sureño MA	32,9a	41,1a
Buck Candisur	35,7a	41,4a
Bonaerense Quilacao	34,3a	45,0a
Buck Cristal	31,4a	41,4a
Bonaerense Valverde	15,0b	20,7b

\*Letras distintas indican diferencias significativas.  $P < 0,01$ .

ensayos *T. monococcum*, *Ae. squarrosa* y *T. timopheevii* mostraron elevada resistencia a oidio (carencia de síntomas) cuando comparadas al testigo susceptible Sureño MA (Cuadro 5).

**Cultivares diferenciales.** Los cultivares Ulka 1 (*Pm2*), Asosan (*Pm3a*), Chul (*Pm3b*) y Khapli (*Pm4a*) fueron altamente resistentes a oidio cuando comparados al testigo Sureño MA (Cuadro N° 5). El cultivar Norka derivado de Kubanka (*T. turgidum*) con gen de resistencia *Pm1* fue susceptible (Cuadro N° 5). El ABCPE de Norka fue similar a la del testigo susceptible (Cuadro N° 7) y significativamente superior al resto de los diferenciales. La curva de progreso

Cuadro N° 7. Area bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) estimada para plántulas de trigo tetraploide inoculadas con un aislamiento de oidio *B. graminis* f. sp. *tritici*.

CULTIVARES	ABCPE
<b>TESTIGOS HEXAPLOIDES</b>	
Buck Charrúa	0
Sureño MA	614,6a
<b>CULTIVARES TETRAPLOIDES</b>	
Buck Cristal	604,6a
Buck Candisur	584,6ab
Bonaerense Quilacao	597,7ab
Bonaerense Valverde	464,0b
<b>CULTIVARES DIFERENCIALES</b>	
Norka ( <i>Pm1</i> )	610
Ulka 1 ( <i>Pm2</i> )	34
Asosan ( <i>Pm3a</i> )	0
Chul ( <i>Pm3b</i> )	0
Khapli ( <i>Pm4a</i> )	0
<b>ESPECIES EMPARENTADAS</b>	
<i>Ae. squarrosa</i>	0
<i>T. monococcum</i>	0
<i>T. timopheevii</i>	0

\*Letras distintas indican diferencias significativas  $P < 0,01$ .

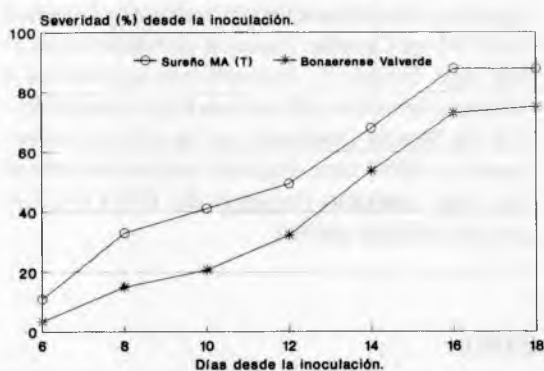


Figura 1. Progreso de *Bgt* en plántulas de Bonaerense Valverde y Sureño MA

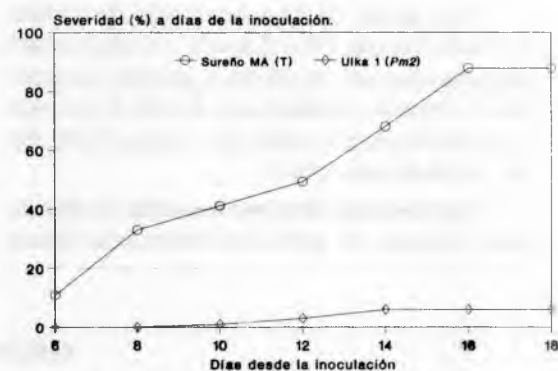
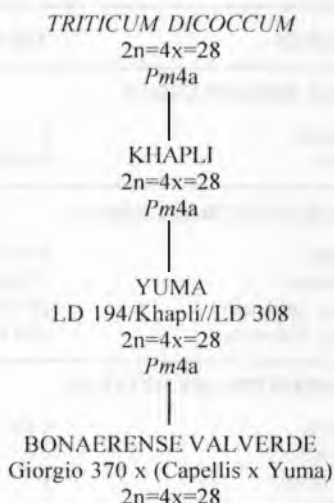


Figura 2. Progreso de *Bgt* en plántulas de cultivares de trigo diferenciales

**Cuadro N° 8:** Probables donantes de la resistencia a oídio *B. graminis* f. sp. *tritici* del cultivar de trigo tetraploide Bonaerense Valverde ( $2n=4x=28$ )<sup>a</sup>.



<sup>a</sup>La información sobre la genealogía de Bonaerense Valverde fue obtenida de Zeven y Zeven-Hissink (1976) y Antonelli (com. personal).

de la enfermedad (CPE) de Ulka 1 (*Pm2*) fue significativamente diferente a la de Norka y a la del testigo susceptible (Figura 2). De acuerdo a estos datos la avirulencia/virulencia del aislamiento de *Bgt* inoculado fue *Pm2*, 3a, 3b, 4a/*Pm1* (Cuadro N° 5, Cuadro N° 7 y Figura 2).

### CONCLUSIONES

\* El cultivar de trigo tetraploide Bonaerense Valverde [Giorgio 370 x (Capellis x Yuma)] mostró plántulas altamente resistentes y plántulas susceptibles (1:1) frente a un aislamiento de oídio *B. graminis* f. sp. *tritici* avirulento sobre *Pm2*, *Pm3a*, *Pm3b*, *Pm4a* y virulento sobre *Pm1*.

\* Las plántulas altamente resistentes de Bonaerense Valverde, los cultivares diferenciales Asosan

(*Pm3a*), Chul (*Pm3b*), Khapli (*Pm4a*), las especies emparentadas *Ae. squarrosa* ( $2n=2x=14=DD$ ), *T. monococcum* ( $2n=2x=14=AA$ ), *T. timopheevii* ( $2n=4x=28=AAGG$ ) y el testigo hexaploide resistente Buck Charrúa no mostraron síntomas visibles de la enfermedad en comparación al testigo Sureño MA.

\* Las curvas de progreso de la enfermedad (CPE) para Buck Cristal, Bonaerense Quilacao y Buck Candisur fueron similares al testigo Sureño MA mientras las plántulas susceptibles de Bonaerense Valverde mostraron un menor progreso de la enfermedad hasta los 10 días desde la inoculación. El área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de Bonaerense Valverde fue menor cuando comparada al testigo susceptible.

\* Los valores de severidad de Buck Cristal, Bonaerense Quilacao y Buck Candisur no fueron significativamente diferentes al testigo Sureño MA.

\* La identificación de genotipos de trigo tetraploide y especies emparentadas a trigo cultivado con resistencia en plántula a *Bgt* indicaría que podrían ser utilizados como donantes de genes de resistencia en plántula ante aislamientos virulentos sobre *Pm1*.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires por facilitar la realización de este estudio y en especial al Dr Armando Garsd y a la Lic. María del Carmen Fabrizio por sus valiosas sugerencias. También agradecen la colaboración del Instituto de Genética de INTA en Castelar. Especial agradecimiento al Ing. Agr. Enrique F. Antonelli por sugerencias e información sobre cultivares de trigo tetraploide y a la Sra Beatriz Quarterolo por su valiosa colaboración en Biblioteca. Especial reconocimiento al Ing. Agr. Corvalio Fortugno del IFFIVE-CICA por sus valiosos aportes.

### BIBLIOGRAFIA

- BENNETT, F. G. A. 1984. Resistance to powdery-mildew in wheat: A review of its use in agriculture and breeding programmes. *Plant Pathology* 33:279-300.
- BOLSA DE CEREALES. 1993. Número Estadístico 1992-93. Buenos Aires. Argentina.



- BRIGGLE, L. W. 1966. Transfer of resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* from Khapli emmer and Yuma durum to hexaploid wheat. *Crop Science* 6:459-461.
- BRIGGLE, L. W. 1969. Near-isogenic lines of wheat with genes for resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*. *Crop Science* 9:70-72.
- HANUSOVA, R. 1992. Powdery mildew resistance of wheat cultivars with 1B/1R translocation/substitution. Pages 237- 238 In: *Proceedings of the Eighth European and Mediterranean Cereal Rusts and Mildews Conference*. Weihenstephan, Germany, September 8-11.
- HEUN, M.; and B. FRIEBE 1990. Introgression of powdery mildew resistance from rye into wheat. *Phytopathology* 80:242-245.
- JOHNSON, D. A.; and R.D. WILCOXON 1980. A table of areas under disease progress curves. Technical Bulletin. Texas Agricultural Experiment Station. USA. 80pp.
- MACINTOSH, R. A. 1983. A catalogue of gene symbols for wheat. Pages 1197-1254 In: *Proceedings of the sixth International Wheat Genetics Symposium*. Kyoto, Japan.
- MORRISON, D. 1976. Multivariate statistical methods. McGraw Hill. New York.
- PERSAUD, R. R.; and P.E. LIPPS 1995. Virulence genes and virulence gene frequencies of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in Ohio. *Plant Disease* 79:494-499.
- SAS Institute Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Edition. Cary, USA. pp 593-599.
- TOSA, T.; and K. SAKAI 1990. The genetics of resistance of hexaploid wheat to the wheatgrass powdery mildew fungus. *Genome* 33:225-230.
- ZADOKS, J. C.; T.T. CHANG; and C.F. KONZAK 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14:415-421.
- ZEVEN, A. C.; and N.C. ZEVEN-HISSINK 1976. Genealogies of 1400 wheat varieties. Netherlands Cereals Centre-NCC. Wageningen and International Maize and Wheat Improvement Center-CIMMYT. México.